

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-142022

(43)Date of publication of application : 02.06.1985

(51)Int.Cl.

H01J 37/244

(21)Application number : 05-290229

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.11.1993

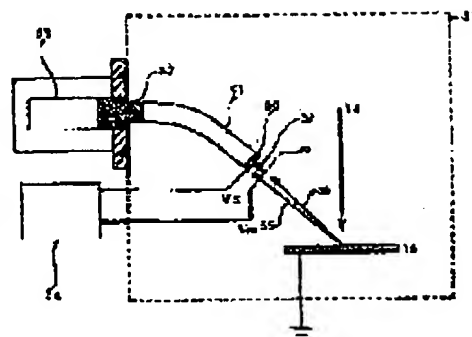
(72)Inventor : ISHITANI TORU
HIROSE HIROSHI
ARIMA YOSHIO

(54) CONVERGING ION BEAM DEVICE AND CHARGED PARTICLE DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform various works of fine elements with high accuracy at low cost by detecting selectively secondary electrons and secondary ions (positive ion) by controlling impressed electric potential on a mesh from a control electric power supply part.

CONSTITUTION: In a secondary electron detecting mode, emission secondary electrons 55 from a sample board 16 are collected to a mesh 49, and the electrons passing through this are accelerated, and are made collide with a scintillator 50. A part of the emission secondary electrons 55 collides with the mesh 49, and generates tertiary electrons 57. The tertiary electrons 57 are also accelerated, and are made collide with the scintillator 50, and are made to emit light, and a light emitting signal is introduced into a photomultiplier 52 through optical fiber 51 and a light guide 52, and is amplified, and is converted into an electric signal. In a secondary ion detecting mode, emission secondary ions (positive ion) from the sample 16 are collected in the direction of the mesh 49, and operation is the same with a case of the secondary electron detecting mode. In this constitution, a small device is obtained only by arranging a mesh electrode in the tip vicinity of an SP detector, and the secondary electrons and the secondary ions (positive ion) can be detected, and the work of a fine element can be performed with high accuracy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.11.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142022

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int. Cl.¹

識別記号

序内整理番号

F 1

技術表示箇所

H 0 1 J 37/244

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-290229

(22) 出願日 平成5年(1993)11月19日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 石谷 孝

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社

日立製作所計測器事業部内

(72) 発明者 広瀬 博

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社

日立製作所計測器事業部内

(72) 発明者 有馬 義雄

茨城県勝田市大字市毛882番地 株式会社

日立製作所計測器事業部内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

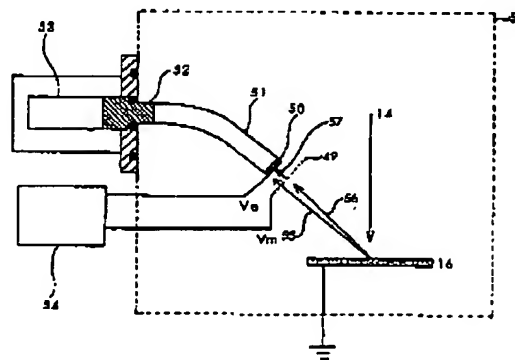
(54) 【発明の名称】 集束イオンビーム装置及び荷電粒子検出器

(57) 【要約】

【目的】 F I B装置における荷電粒子検出器において、シンチレータと光電子増倍管とを組み合わせた検出器の特長を活かし、二次電子ばかりでなく二次イオン（正極性）の検出モードも可能にする電子・イオン両用の荷電粒子検出器を提供することにある。

【構成】 電子・イオン両用の荷電粒子検出器をシンチレータと光電子増倍管とを組み合わせた電子検出器（S P検出器）、該検出器の直前に設置したメッシュ電極、および陰電子検出器と該メッシュ電極との間の電界の方向と大きさを制御する制御電源部から構成する。

図 1



30…シンチレータ（または蛍光板） 51…光ファイバ型
32…陰極 33…光電子増倍管 34…制御電源部
35…二次電子 36…二次イオン 37…三次電子
38…真空容器

【特許請求の範囲】

【請求項1】シンチレータと光電子増倍管とを組合せた電子検出器、該検出器の直前に設置したメッシュ電極、および該電子検出器と該メッシュ電極との間の電界の方向と大きさを制御する制御電源部から構成されたことを特徴とする荷電粒子検出器。

【請求項2】イオン源からの放出イオンを静電レンズにより集束して集束イオンビームを形成し、該集束ビームを偏向器により試料表面上で走査し、ビーム照射により試料から放出される荷電粒子を検出する検出器を持つ集束イオンビーム装置において、シンチレータと光電子増倍管とを組合せた電子検出器、該検出器の直前に設置したメッシュ電極、および該電子検出器と該メッシュ電極との間の電界の方向と大きさを制御する制御電源部から構成された荷電粒子検出器を備えたことを特徴とした集束イオンビーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はマスクレス加工・観察装置等における荷電粒子検出器及び半導体素子などの微細素子の集束イオンビーム（Focused Ion Beam、略してFIB）に関するものである。

【0002】

【従来の技術】試料基板上にチャージされる電荷の影響を無くして、所望の位置にイオンビームを入射させることが可能な電子ビーム源を持つ従来の集束イオンビーム装置（Focused Ion Beam装置、略してFIB装置）は例えば特公平6-47934号公報に知られている。この装置は微細に集束されたイオンビームを形成するようにレンズにより集束されるイオンを与えるイオン源を備えている。この集束されたイオンビームは基板の表面上に衝突するように偏向板により偏向される。低エネルギー電子銃は電子ビームを形成するようにレンズにより集束される電子源を備えている。

【0003】イオン検出器は、表面からたたき出されたイオンを検出し、システムコンピュータへ信号を与える。電子及びイオン検出器は、グリッドがバイアスされているときに、グリッドを通る表面からたたき出された電子及びイオンを検出し、演算増幅器を介して信号をシステムコンピュータに信号を送る。システムコンピュータはバイアス制御とアームに接続されたリレーとを制御してバイアス制御の対応した指定の各々の端子上に与えられたイオンあるいは電子の選択電位に選択的にグリッドを接続する。代表的な電子及びイオンの選択電位はそれぞれ+300から+600ボルト、及び-300から-2000ボルトの範囲内にある。

【0004】従来の装置では電子及びイオン検出器はチャンネル電子増倍管であり、シンチレータ（あるいは蛍光板）と光電子増倍管の組合せ構成からなる電子検出器（以下、SP検出器と呼ぶ）と比較してより高価でゲイ

ンが長時間使用に対し劣化しやすい欠点があることがわかった。また、後者の電子検出器は電子のみの検出器で、イオン検出はできない。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、FIB装置においてSP検出器の特長である低価格で、かつ長時間使用に対しゲインが余り落ちないことを活かし、二次電子ばかりでなく二次イオン（正極性）の検出モードも可能にすることにある。なお、試料上のビーム照射点近傍は空間的スペースが余り無いため、該検出器は小型でもなければならない。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、FIB装置において試料からの放出二次電子、二次イオン（正極性）を検出する荷電粒子検出器をSP検出器、該検出器の直前に設置したメッシュ電極、および該メッシュ電極と試料との間の電界の方向と大きさを制御する制御電源部から構成されている電子・イオン両用の荷電粒子検出器に置き換えるようにした。特に正イオン検出の場合にはメッシュ電極をイオン-電子変換電極として作用させ、二次電子、二次イオン（正極性）のいずれの検出の場合でも、SP検出器では電子のみを検出させるようにした。

【0007】

【作用】上記手段により、試料からの二次電子はメッシュ電極方向に集めて通過させ、これをSP検出器で直接検出する。一方、正の二次イオンはメッシュ電極に集め、かつ加速衝突して電子に変換し、この変換電子をSP検出器で検出する。これにより、二次電子ばかりでなく二次イオンの検出が可能になる。

【0008】

【実施例】以下、本発明の電子・イオン両用の荷電粒子検出器の実施例を図1を用いて説明する。シンチレータ（あるいは蛍光板）50の試料側の表面には厚さ10nm程度の金属膜をつけ、ここに電位 V_s を制御電源部54より印加する。この金属膜はシンチレータ（あるいは蛍光板）50に入射する電子による荷電を防止するためである。また、シンチレータ（あるいは蛍光板）50の前方（試料側）には金属メッシュ49を置き、このメッシュには制御電源部54より電位 V_m を印加する。試料は通常、接地電位に保持する。

【0009】まず、二次電子検出モードの場合、試料基板16からの放出二次電子55はメッシュ49方向に集め、これを通過した電子を加速してシンチレータ（あるいは蛍光板）50に衝突させる。放出二次電子55の一部はメッシュ49に衝突し、メッシュ49から二次電子（ここでは三次電子と呼ぶ）57を発生させる。三次電子57も加速してシンチレータ（あるいは蛍光板）50に衝突させる。衝突した二次および三次の電子はシンチレータ（あるいは蛍光板）50を発光させ、この発光信

号は光ファイバ束51、光ガイド52を通じて光電子増倍管53に導かれて増幅され、かつ電気信号に変えられる。

【0010】一方、二次イオン検出モードの場合には、試料16からの放出二次イオン（正イオン）56をメッシュ49方向に集めて、これに衝突させる。これによりメッシュ49から電子（二次電子と呼ぶ）57を発生させ、これをシンチレータ（あるいは蛍光板）50に加速、衝突させる。衝突した電子はシンチレータ（あるいは蛍光板）50を発光させる。以後の光信号から電気信号への変換は二次電子検出モードの場合と同様である。

二次電子および二次イオンのそれぞれの検出モードの場合におけるシンチレータ（あるいは蛍光板）の金属膜の電位 V_s 、メッシュ電位 V_m を表1に示す。二次電子と二次イオン（正イオン）検出モードではメッシュ電極と試料との電界の方向を逆にすることに注意されたい。 V_s と V_m の電位は、制御電源部54から制御する。また、二次電子検出モードでは試料からの負の二次イオンも検出されるが、その量は二次電子量に比べて極めて少なく、通常、無視できる。

【0011】

【表1】

表 1

二次電子および二次イオンの検出モードにおけるシンチレータおよびメッシュの代表的電位

検出モード	電 位 [kV]		
	試料	メッシュ(V_m)	シンチレータ(V_s)
二 次 電 子	0	+ (0.5~2)	+10
二次イオン(+)	0	- (1~8)	+10

【0012】次に、この電子・イオン両用の荷電粒子検出器を組み込んだFIB装置の実施例を説明する。図2はそのFIB装置の基本構成図である。液体金属イオン源100から放出したイオンビームはコンデンサーレンズ101と対物レンズ106により試料200上に集束する。レンズ間には、アパーチャー102、アライナー・スティグマ103、ブランカー104、デフレクタ105が配されている。試料200は2軸(X, Y)方向に移動可能なステージ111上に固定されている。デポジション用ガス源110から発生したガスはガスノズル108によりFIB照射部近傍に導かれる。加工ステージ111上の試料200からFIB照射により発生した二次電子は、電子・イオン両用の荷電粒子検出器107により検出される。コンピューターのCRT上のXY位置信号をイオンビーム1の偏向制御と同期させ、二次電子強度信号をCRTの輝度(Z信号)にとることによりCRT上に走査イオン(SIM)像が表示される。ここでFIBは30kVのGaビームあり、ビーム径は約1 μ mから数10nm、ビーム電流は10nA程度から数pAである。

【0013】また、このFIB装置には絶縁物試料に対する帯電を防止するための帯電中和用の電子銃を組み込んである。試料に対する電子銃の電位 V_e は- (100~300) Vである。電子銃からの電子シャワー量は、通常、FIB電流より一桁程度多い。電子銃を働かした時のSIM像複製において、二次電子の検出モードは通常、採用できない。その理由は電子シャワーから電子量の一部や電子シャワー照射による試料からの放出二次電

子の量がFIB照射による放出二次電子量に比べてかなり多くなるためである。従って、この時には二次イオンの検出モードを採用する。二次イオン検出モードでは、電子シャワーからの電子や電子シャワー照射による試料からの放出二次電子はメッシュ電極に追い返されシンチレータまで到達しない。電子シャワー照射による試料からの放出イオン（正イオン）については、その量がFIB照射による放出二次イオン（正イオン）量に比べてかなり少なく無視できる。

【0014】

【発明の効果】本発明によれば、メッシュへの印加電位を制御電源部から制御することにより、二次電子と二次イオン（正イオン）の選択検出が可能になった。また、SP検出器が持つ特長、つまり低価格で、かつ長時間使用に耐えゲインが余り落ちないことも検出器性能としてそのまま維持することができた。

【0015】また、空間的占有体積に関してはSP検出器の先端近くにメッシュ電極を配置するだけの小さいものであり、この電子・イオン両用の荷電粒子検出器を試料近くに組み込んだFIB装置が実現できた。これにより、試料からの二次電子ばかりでなく二次イオン（正イオン）の検出が可能になるため、半導体や磁気記録用などの微細素子のマスクレス断面加工、エッチング、堆積などの加工が、高精度、高信頼性で可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の電子・イオン両用の荷電粒子検出器の概略設置図。

【図2】本発明の実施例の電子・イオン両用の荷電粒子

検出器を組み込んだ集束イオンビーム装置の概略構成図。

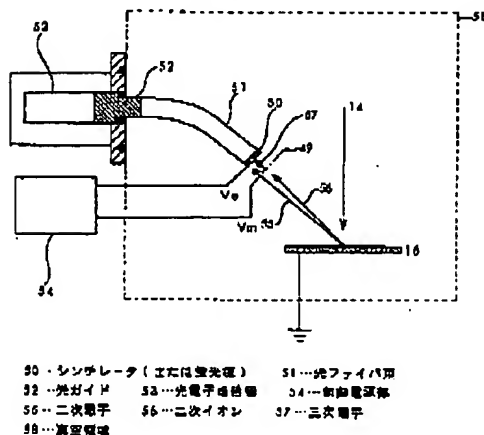
【符号の説明】

6…システムコンピューター、11…イオン源、12…レンズ、14…イオンビーム、16…基板、17…電子

銃、21…電子ビーム、24…イオン検出器、26…電子及びイオン検出器、27…グリッド、50…シンチレータ（または蛍光板）、53…光電子増倍管、54…制御電源部、104…ブランカー、106…対物レンズ、107…荷電粒子検出器。

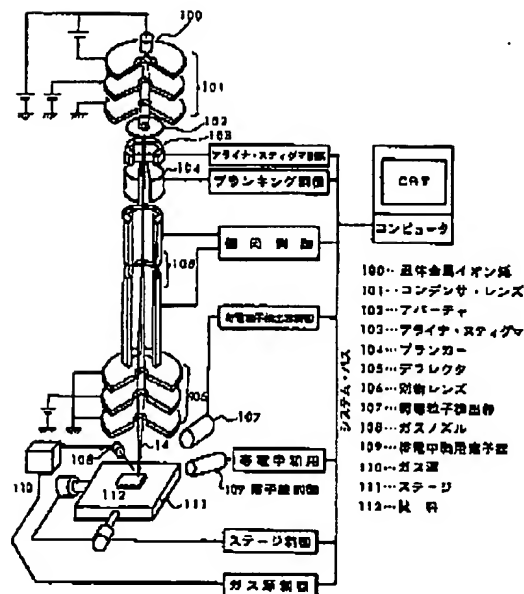
【図1】

図 1



【図2】

図 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.